

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-51991

(43) 公開日 平成7年(1995)2月28日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 Q 15/013		9136-3C		
17/09	C	9423-3C		
G 0 5 B 19/18		9064-3H	G 0 5 B 19/ 18	X
19/19	W	9064-3H		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-138293

(22) 出願日 平成5年(1993)6月10日

(31) 優先権主張番号 特願平5-109153

(32) 優先日 平5(1993)5月11日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 390008235

ファナック株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

(72) 発明者 永富 隆志

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

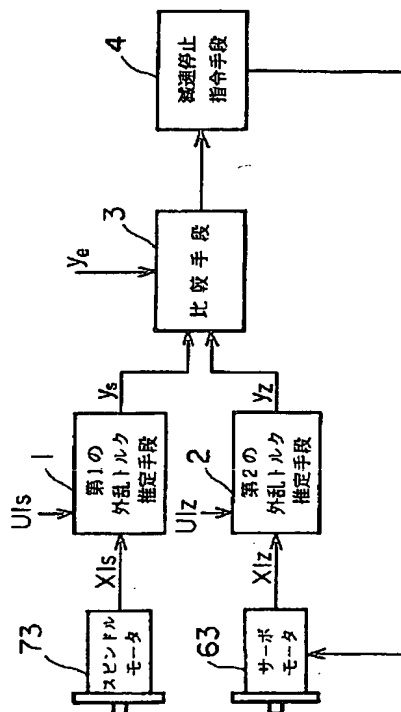
(74) 代理人 弁理士 服部 毅彦

(54) 【発明の名称】 工具破損防止方式

(57) 【要約】

【目的】 数値制御工作機械に使用される工具の破損を防止する工具破損防止方式に関し、簡単に且つ高精度に異常負荷を検出し的確に工具の破損を防止できるようにする。また、工具破損等がすでに発生しているときも、その異常に適切に対処できるようにする。

【構成】 第1の外乱トルク推定手段1は、スピンドルモータ（主軸）73の速度信号X1sとスピンドルモータ73へのトルク指令値U1sを基にしてスピンドルモータ73に働く外乱トルクYsを推定する。第2の外乱トルク推定手段2は、サーボモータ（送り軸）63の速度信号X1zとサーボモータ63へのトルク指令値U1zを基にしてサーボモータ63に働く外乱トルクYzを推定する。比較手段3は、その推定外乱トルクYsとYzを合成して合成外乱トルクYを求めると共に、その合成外乱トルクYを予め設定した基準トルクYeと比較し、判別する。減速停止指令手段4は、その判別結果に基づいて工具の送りの減速または停止、あるいは工具の交換を指令する指令信号を出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 数値制御工作機械に使用される工具の破損を防止する工具破損防止方式において、
前記工具を回転させる主軸に働く外乱トルクを推定する第1の外乱トルク推定手段と、
前記工具の送りを制御する送り軸に働く外乱トルクを推定する第2の外乱トルク推定手段と、
前記第1の外乱トルク推定手段による推定外乱トルクと前記第2の外乱トルク推定手段による推定外乱トルクとを合成して得られた合成外乱トルクと予め設定した基準トルクとを比較する比較手段と、
前記比較手段の判別結果に応じて前記工具の送りを減速または停止させあるいは前記工具を交換させる指令信号を出力する減速停止指令手段と、
を有することを特徴とする工具破損防止方式。

【請求項2】 前記基準トルクは大小2個設定され、前記比較手段によって前記合成トルクが前記2個の基準トルクの内大きい方の基準トルクより大であると判別されたとき、前記減速停止指令手段は前記工具の送り停止または前記工具の交換を指令する指令信号を出力し、前記比較手段によって前記合成トルクが前記2個の基準トルクの間にありと判別されたとき、前記減速停止指令手段は前記工具の送りの減速を指令する指令信号を出力することを特徴とする請求項1記載の工具破損防止方式。

【請求項3】 前記基準トルクとして微小レベルのトルクを設定し、前記比較手段によって前記合成トルクが前記基準トルクより小であると判別されたとき、前記減速停止指令手段は前記工具の送り停止または前記工具の交換を指令する指令信号を出力することを特徴とする請求項1記載の工具破損防止方式。

【請求項4】 前記合成トルクを Y 、前記第1の外乱トルク推定手段による推定外乱トルクを Y_s 、前記第2の外乱トルク推定手段による推定外乱トルクを Y_z とするとき、前記合成トルクは $Y = \alpha \cdot Y_z + \beta \cdot Y_s$ (α , β は係数)で表されることを特徴とする請求項1記載の工具破損防止方式。

【請求項5】 数値制御工作機械に使用される工具の破損を防止する工具破損防止方式において、
前記工具を回転させる主軸に働く外乱トルクを推定する外乱トルク推定手段と、
前記外乱トルク推定手段による推定外乱トルクと予め設定した基準トルクとを比較する比較手段と、
前記比較手段によって前記外乱トルクが前記基準トルクより大きいと判別されたとき前記工具の送りを減速または停止させる指令信号を出力する減速停止指令手段と、
を有することを特徴とする工具破損防止方式。

【請求項6】 数値制御工作機械に使用される工具の破損を防止する工具破損防止方式において、
前記工具の送りを制御する送り軸に働く外乱トルクを推

定する外乱トルク推定手段と、
前記外乱トルク推定手段による推定外乱トルクと予め設定した基準トルクとを比較する比較手段と、
前記比較手段によって前記外乱トルクが前記基準トルクより大きいと判別されたとき前記工具の送りを減速または停止させる指令信号を出力する減速停止指令手段と、
を有することを特徴とする工具破損防止方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は数値制御工作機械に使用される工具の破損を防止する工具破損防止方式に関する。

【0002】

【従来の技術】 工作機械では、その切削加工時に生じる異常負荷によって工具が破損することがあるため、その破損を未然に防止すべく種々の対策が講じられている。これらの工具破損防止方法は、主に切削負荷を検出して行われるが、その切削負荷を検出する方法として次のような方法がとられる。

(1) テーブル上や工具ホルダ等に外部センサを用いる方法。

(2) 主軸モータの電流値を用いる方法。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記従来方法の(1)では、外部に検出用センサを搭載し、且つ数値制御装置と別にセンサの信号処理用制御装置が必要であり、構造的に複雑である。また、高価でもある。

【0004】 また、上記従来方法の(2)では、主軸の回転負荷や加減速負荷が主軸モータの電流値に含まれるため、検出精度が悪く工具破損を正確に検出できなかった。本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、簡単に且つ高精度に異常負荷を検出し的確に工具の破損を防止すると共に、工具破損等がすでに発生しているときはその異常に適切に対処できる工具破損防止方式を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明では上記課題を解決するために、数値制御工作機械に使用される工具の破損を防止する工具破損防止方式において、前記工具を回転させる主軸に働く外乱トルクを推定する第1の外乱トルク推定手段と、前記工具の送りを制御する送り軸に働く外乱トルクを推定する第2の外乱トルク推定手段と、前記第1の外乱トルク推定手段による推定外乱トルクと前記第2の外乱トルク推定手段による推定外乱トルクとを合成して得られた第3の推定外乱トルクと予め設定した基準トルクとを比較する比較手段と、前記比較手段の判別結果に応じて前記工具の送りを減速または停止させあるいは前記工具を交換させる指令信号を出力する減速停止指令手段と、を有することを特徴とする工具破損防止方式が、提供される。

【0006】

【作用】第1及び第2の外乱トルク推定手段は、外乱推定オブザーバによって、主軸及び送り軸を駆動するモータに加わる外乱負荷トルクを推定するから、主軸及び送り軸に加わる負荷、すなわち工具に加わる負荷を精度良く推定する。比較手段は、この主軸及び送り軸の双方に働く外乱トルクを合成して合成外乱トルクを求めると共に、その合成外乱トルクを予め設定した基準トルクと比較する。この基準トルクは異常負荷検出レベルであり、工具種類やワーク材質の硬さ等の要因に基づいて可変に設定される。主軸及び送り軸の双方に働く外乱トルクを合成して基準トルクと比較するようにしたので、そのときの加工条件によく適合するように異常負荷検出レベルを設定することができる。

【0007】比較手段の判別結果に応じて、減速停止指令手段は、工具の送りを減速または停止させあるいは工具を交換させる指令信号を出力する。

【0008】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。図1は本発明の工具破損防止方式の原理を示すブロック図である。図において、第1の外乱トルク推定手段1は、スピンドルモータ（主軸）73の速度信号X1sとスピンドルモータ73へのトルク指令値U1sを基にしてスピンドルモータ73に働く外乱トルクYsを推定する。第2の外乱トルク推定手段2は、サーボモータ（送り軸）63の速度信号X1zとサーボモータ63へのトルク指令値U1zを基にしてサーボモータ63に働く外乱トルクYzを推定する。比較手段3は、その推定外乱トルクYsとYzを合成して合成外乱トルクYを求めると共に、その合成外乱トルクYを予め設定した基準トルクYeと比較する。比較手段3において合成外乱トルクYの方が基準トルクYeより大きいと判別したとき、減速停止指令手段4は、その判別結果に基づいて工具の送りを減速または停止させあるいは工具を交換させる指令信号を出力する。

【0009】図2は本発明の工具破損防止方式を実施するための数値制御装置（CNC）のハードウェアのブロック図である。図において、10は数値制御装置（CNC）である。プロセッサ11は数値制御装置（CNC）10全体の制御の中心となるプロセッサであり、バス21を介して、ROM12に格納されたシステムプログラムを読み出し、このシステムプログラムに従って、数値制御装置（CNC）10全体の制御を実行する。RAM13には一時的な計算データ、表示データ等が格納される。RAM13にはDRAMが使用される。CMOS14には加工プログラム及び各種パラメータ等が格納される。CMOS14は、図示されていないバッテリーでバックアップされ、数値制御装置（CNC）10の電源がオフされても不揮発性メモリとなっているので、それらのデータはそのまま保持される。

【0010】インタフェース15は外部機器用のインタフェースであり、紙テープリーダ、紙テープパンチャー、紙テープリーダ・パンチャー等の外部機器31が接続される。紙テープリーダからは加工プログラムが読み込まれ、また、数値制御装置（CNC）10内で編集された加工プログラムを紙テープパンチャーに出力することができる。

【0011】PMC（プログラマブル・マシン・コントローラ）16はCNC10に内蔵され、ラダー形式で作成されたシーケンスプログラムで機械を制御する。すなわち、加工プログラムで指令された、M機能、S機能及びT機能に従って、これらをシーケンスプログラムで機械側に必要な信号に変換し、I/Oユニット17から機械側に出力する。この出力信号は機械側のマグネット等を駆動し、油圧バルブ、空圧バルブ及び電気アクチュエータ等を作動させる。また、機械側のリミットスイッチ及び機械操作盤のスイッチ等の信号を受けて、必要な処理をして、プロセッサ11に渡す。

【0012】グラフィック制御回路18は各軸の現在位置、アラーム、パラメータ、画像データ等のデジタルデータを画像信号に変換して出力する。この画像信号はCRT/MDIユニット25の表示装置26に送られ、表示装置26に表示される。インタフェース19はCRT/MDIユニット25内のキーボード27からのデータを受けて、プロセッサ11に渡す。

【0013】インタフェース20は手動パルス発生器32に接続され、手動パルス発生器32からのパルスを受ける。手動パルス発生器32は機械操作盤に実装され、手で機械稼働部を精密に位置決めするのに使用される。

【0014】軸制御回路41～43はプロセッサ11からの各軸の移動指令を受けて、各軸の指令をサーボアンプ51～53に出力する。サーボアンプ51～53はこの移動指令を受けて、各軸のサーボモータ61～63を駆動する。Z軸の送りを制御するサーボモータ63には、位置検出用のパルスコード631が内蔵されており、このパルスコード631から位置信号がパルス列として軸制御回路43にフィードバックされる。ここでは図示されていないが、X軸の送りを制御するサーボモータ61、Y軸の送りを制御するサーボモータ62にも、上記サーボモータ63と同様に位置検出用のパルスコードが内蔵され、そのパルスコードから位置信号がパルス列としてフィードバックされる。場合によっては、位置検出器として、リニアスケールが使用される。また、このパルス列をF/V（周波数/速度）変換することにより、速度信号X1zを生成することができる。

【0015】軸制御回路43は、ここでは図示されていないプロセッサを備えてソフトウェア処理を行い、その一部にオブザーバ410を有している。オブザーバ410は、上記の速度信号X1z等を受けてサーボモータ6

3に働く外乱トルク Y_z を推定する。その推定外乱トルク Y_z はPMC16に送られる。その詳細は後述する。

【0016】スピンドル制御回路71はスピンドル回転指令及びスピンドルのオリエンテーション等の指令を受けて、スピンドルアンプ72にスピンドル速度信号を出力する。スピンドルアンプ72はこのスピンドル速度信号を受けて、スピンドルモータ73を指令された回転速度で回転させる。また、オリエンテーション指令によって、所定の位置にスピンドルを位置決めする。

【0017】スピンドルモータ73には歯車あるいはベルトでポジションコード82が結合されている。従って、ポジションコード82はスピンドルモータ73に同期して回転し、帰還パルスを出力し、その帰還パルスはスピンドル制御回路71にフィードバックされる。このパルス列を F/V （周波数/速度）変換することにより、速度信号 X_1s を生成することができる。

【0018】スピンドル制御回路71は、上記軸制御回路43と同様に、ここでは図示されていないプロセッサを備えてソフトウェア処理を行い、その一部にオブザーバ710を有している。オブザーバ710は、上記の速度信号 X_1s 等を受けてスピンドルモータ73に働く外乱トルク Y_s を推定する。その推定外乱トルク Y_s は、上記の推定外乱トルク Y_z と同様に、PMC16に送られる。

【0019】PMC16は、これらの推定外乱トルク Y_z 、 Y_s を受けて所定のソフトウェア処理を行う。すなわち、推定外乱トルク Y_z 、 Y_s を合成して合成外乱トルク Y を求め、その合成外乱トルクを基準トルク Y_e と比較して異常トルクを検出し、異常トルク検出の場合は工具の送り停止等を指令する。

【0020】図3は本発明に係るオブザーバのブロック図である。このブロック図に示した処理は、上述したように、軸制御回路43のオブザーバ410及びスピンドル制御回路71のオブザーバ710において実行される。オブザーバ410及び710は、同一の構成を有しているため、ここではオブザーバ410について説明し、オブザーバ710の説明は省略する。

【0021】図において、電流 U_{1z} は、上述したプロセッサ11からの移動指令を受けてサーボモータ63に出力されるトルク指令値であり、要素401に入力されてサーボモータ63の出力トルクとなる。サーボモータ63の出力トルクには演算要素402において、外乱トルク X_2 が加算される。演算要素402の出力は要素403によって、速度信号 X_{1z} となる。ここで、 J はサーボモータ63のイナーシャである。

【0022】一方、電流 U_{1z} はオブザーバ410に入力される。オブザーバ410は電流 U_{1z} とサーボモータ63の速度 X_{1z} から、推定速度 XX_1 を求め、サーボモータ63の速度を制御する。ここでは、これらのサーボモータ63の速度制御については省略し、外乱トル

クを推定するための演算のみを説明する。電流 U_{1z} は要素411で (K_t/J) をかけ、演算要素412へ出力される。演算要素412では、後述する演算要素414からの帰還を加え、さらに、演算要素413で演算要素415からの帰還を加算する。演算要素412及び413の出力単位は加速度である。演算要素413の出力は積分要素416に入力され、推定速度 XX_1 として出力される。推定速度 XX_1 と実速度 X_{1z} との差を演算要素417で求め、それぞれ、演算要素414及び415に帰還する。ここで、比例要素414はゲイン K_1 を有する。積分要素415のゲインは K_2 である。ここで、ゲイン K_1 とゲイン K_2 によって、帰還すべき周波数帯域が決められる。

【0023】積分要素415の出力は推定外乱トルク XX_2 を J で除した推定加速度 (XX_2/J) であり、比例要素420によって、電流値に変換される。ただし、トルク表示をするために、この電流値を推定外乱トルク Y_z で表示する。ここで、 J は先の要素403の J と同じサーボモータ63のイナーシャであり、 K_t は要素401のトルク定数と同じである。 A は係数であり、1以下の数値であり、推定加速度 (XX_2/J) を補正するための係数である。このように、オブザーバ410を用いてサーボモータ63の推定外乱トルク Y_z が求められ、PMC16に送られる。

【0024】スピンドルモータ73の推定外乱トルク Y_s も、同様にしてオブザーバ710を用いて求められる。この場合、オブザーバ710は、電流 U_{1s} とスピンドルモータ73の速度信号 X_{1s} から推定外乱トルク Y_s を求める。電流 U_{1s} は、プロセッサ11からのスピンドル回転指令を受けてスピンドルモータ73に出力されるトルク指令値である。

【0025】これらの推定外乱トルク Y_z 及び Y_s はPMC16に送られる。PMC16は、上述したように、これらの推定外乱トルク Y_z 及び Y_s を用いて異常トルクの判別を行い、異常トルクであると判別したときにサーボモータ63に減速、停止または工具交換の指令を送る。このPMC16において行われる処理を図4及び図5を用いて説明する。

【0026】図4はPMCでの処理手順の第1の例を示すフローチャートである。図において、 S に続く数値はステップ番号を示す。

〔S1〕推定外乱トルク Y_z 、 Y_s を読み込む。

〔S2〕推定外乱トルク Y_z と推定外乱トルク Y_s を次式(1)に従って合成し、合成外乱トルク Y を求める。

【0027】

$$【数1】 Y = \alpha Y_z + \beta Y_s \cdots \cdots (1)$$

ここで、係数 α 、 β は Y_z 、 Y_s が異常負荷検出レベルに対して寄与する割合を考慮して実験的に定められる。

〔S3〕合成外乱トルク Y が予め設定した基準トルク Y_1 以上であるか否かを判別する。 Y_1 以上であればステ

7

ップS 6に、そうでなければステップS 4にそれぞれ進む。この基準トルクY₁及び後述する基準トルクY₂は異常負荷検出レベルであり、工具種類やワーク材質の硬さ等の要因に基づいて可変に設定される。

〔S 4〕合成外乱トルクYが基準トルクY₂以上であるか否かを判別する。Y₂以上であればステップS 5に、そうでなければ異常でないとして判別してプログラムをそのまま終了する。

〔S 5〕合成外乱トルクYがY₁以下でY₂以上の場合であり、減速信号を出力してサーボモータ6 3を減速させる。

〔S 6〕合成外乱トルクYがY₁以上の場合であり、異常トルクが非常に大きいため、停止信号を出力してサーボモータ6 3を停止させる。

【0028】このように、本実施例では、サーボモータ6 3及びスピンドルモータ7 3に働く外乱トルクをオブザーバ4 10及び7 10を用いて推定し、異常負荷発生を判別するようにした。したがって、工具破損防止を外部センサの追加なしで簡単に行うことができる。また、推定した外乱トルクには、加減速負荷は含まれないため、主軸及び送り軸に加わる負荷、すなわち工具に加わる負荷を正確に推定することができ、異常負荷発生を判別を高精度に行うことができる。

【0029】さらに、基準トルクY_eを2種類設定し、異常時の対応も減速または停止の2段階にしたので、異常発生に対してより適切に対応することができる。また、外乱トルクを合成して基準トルクY_eと比較するようにしたので、加工条件に合った異常負荷検出レベルの設定が可能となり、より高い信頼性で工具の破損を防止することができる。

【0030】図5はPMCでの処理手順の第2の例を示すフローチャートである。図において、Sに続く数値はステップ番号を示す。

〔S 11〕切削中信号を読み込む。すなわち、CPUが加工プログラム中の例えばGコードを読んだときに、CPUは切削中であると判別する。

〔S 12〕推定外乱トルクY_z、Y_sを読み込む。

〔S 13〕推定外乱トルクY_zと推定外乱トルクY_sを次式(1)に従って合成し、合成外乱トルクYを求める。

$$【0031】Y = \alpha Y_z + \beta Y_s \quad \dots \dots (1)$$

ここで、係数 α 、 β はY_z、Y_sが異常負荷検出レベルに対して寄与する割合を考慮して実験的に定められる。

〔S 14〕合成外乱トルクYが予め設定した基準トルクY₁以上であるか否かを判別する。Y₁以上であればステップS 20に、そうでなければステップS 15にそれぞれ進む。この基準トルクY₁及び後述する基準トルクY₂は異常負荷検出レベルであり、工具種類やワーク材質の硬さ等の要因に基づいて可変に設定される。

〔S 15〕合成外乱トルクYが基準トルクY₂以上であ

8

るか否かを判別する。Y₂以上であればステップS 19に、そうでなければステップS 16にそれぞれ進む。

〔S 16〕切削中信号が終了したか否かを判別する。終了のときはステップS 17に、そうでなければステップS 14にそれぞれ戻る。

〔S 17〕切削終了時点において、その切削期間中全体にわたって合成外乱トルクYが基準トルクY₃以下であるか否かを判別する。この基準トルクY₃は微小レベルに設定されている。Y₃以下であればステップS 18

10 〔S 18〕合成外乱トルクYが異常に低いか0の場合であり、工具に破損等の異常が発生していると判別し、停止信号を出力してサーボモータ6 3を停止させる。または工具の交換を指令する。

〔S 19〕合成外乱トルクYがY₁以下でY₂以上の場合であり、減速信号を出力してサーボモータ6 3を減速させる。

〔S 20〕合成外乱トルクYがY₁以上の場合であり、異常トルクが非常に大きいため、停止信号を出力してサーボモータ6 3を停止させる。または工具の交換を指令する。

【0032】このように、本実施例では、サーボモータ6 3及びスピンドルモータ7 3に働く外乱トルクをオブザーバ4 10及び7 10を用いて推定し、異常負荷発生を判別するようにした。したがって、工具破損防止を外部センサの追加なしで簡単に行うことができる。また、推定した外乱トルクには、加減速負荷は含まれないため、主軸及び送り軸に加わる負荷、すなわち工具に加わる負荷を正確に推定することができ、異常負荷発生を判別を高精度に行うことができる。

【0033】さらに、基準トルクY_eを3種類設定し、異常時の対応も減速、停止及び工具交換の3段階にしたので、工具の破損等も含めて切削加工中の異常発生に対してより適切に対応することができる。

【0034】また、外乱トルクを合成して基準トルクY_eと比較するようにしたので、加工条件に合った異常負荷検出レベルの設定が可能となり、より高い信頼性で工具の破損を防止することができる。

40 【0035】外乱トルクが微小レベルになったときは、工具破損等の異常がすでに発生しているとして工具交換も指令するようにしたので、異常発生に対してより適切に対処できる。

【0036】上記の説明では、2つの推定外乱トルクを合成して基準トルクと比較するようにしたが、スピンドルモータ側あるいはサーボモータ側のいずれか一方だけの推定外乱トルクを用いて基準トルクと比較するように構成してもよい。

【0037】また、Z軸のサーボモータの外乱トルクを推定するようにしたが、X軸やY軸のサーボモータの外

乱トルクを推定するように構成してもよい。さらに、上記の説明では、推定外乱トルクと基準トルクの比較、減速停止指令等をPMCで行ったが、数値制御装置全体を制御するプロセッサ11で行うように構成してもよい。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、主軸及び送り軸に働く外乱トルクをオブザーバを用いて推定し、異常負荷発生を判別するようにした。したがって、工具破損防止を外部センサの追加なしで簡単に行うことができる。

【0039】また、推定した外乱トルクには、加減速負荷は含まれないため、主軸及び送り軸に加わる負荷、すなわち工具に加わる負荷を正確に推定することができ、異常負荷発生を高精度に行うことができる。

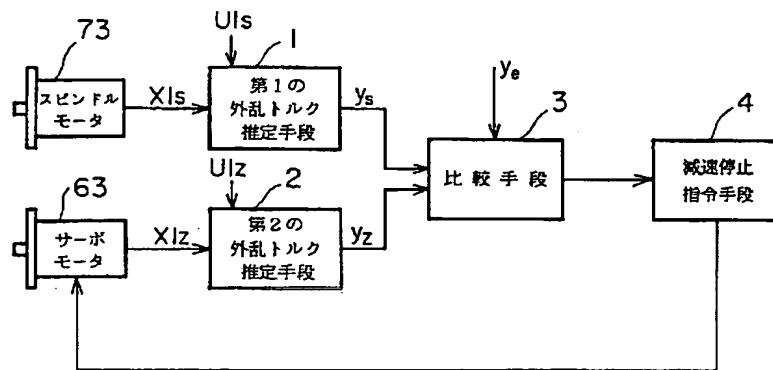
【0040】さらに、外乱トルクを合成して基準トルクと比較するようにしたので、加工条件に合った異常負荷検出レベルの設定が可能となり、より高い信頼性で工具の破損を防止することができる。

【0041】また、外乱トルクが微小レベルになったときは、工具破損等の異常がすでに発生しているとして工具交換も指令するようにしたので、異常発生に対してより適切に対処できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の工具破損防止方式の原理を示すブロッ

【図1】



ク図である。

【図2】本発明の工具破損防止方式を実施するための数値制御装置(CNC)のハードウェアのブロック図である。

【図3】本発明に係るオブザーバのブロック図である。

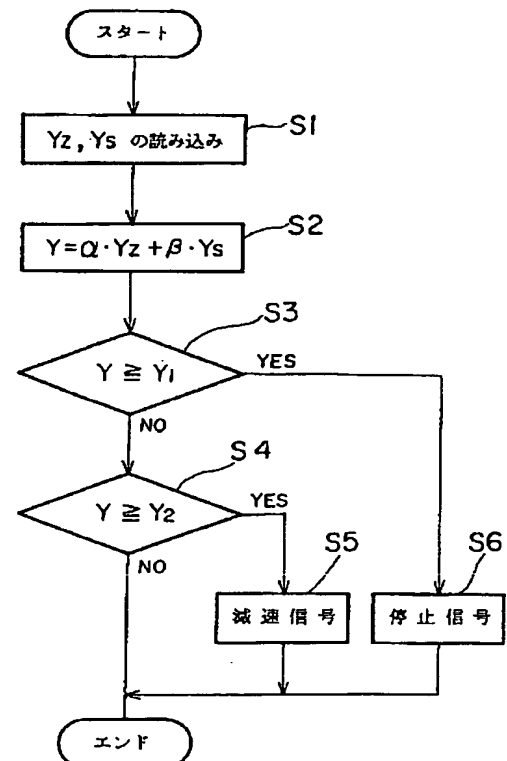
【図4】PMCでの処理手順の第1の例を示すフローチャートである。

【図5】PMCでの処理手順の第2の例を示すフローチャートである。

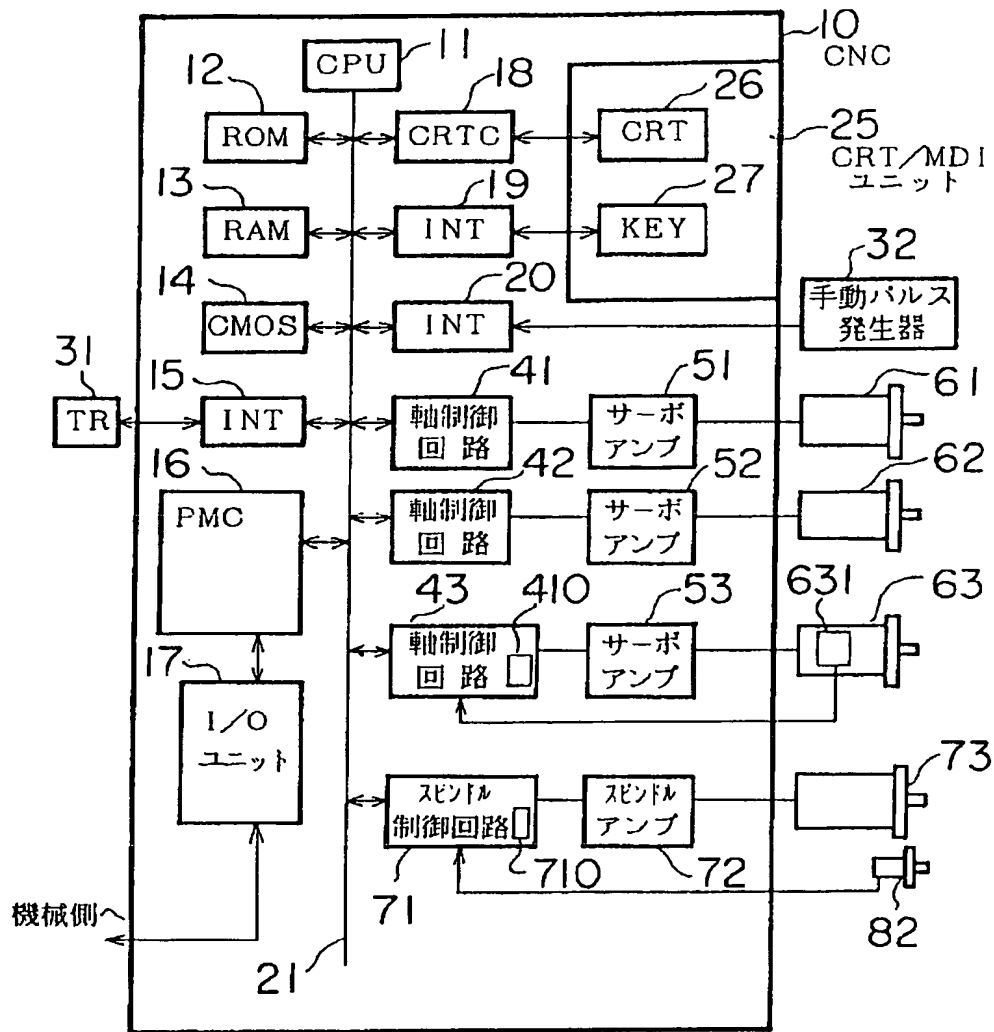
10 【符号の説明】

- 1 第1の外乱トルク推定手段(オブザーバ)
- 2 第2の外乱トルク推定手段(オブザーバ)
- 3 比較手段
- 4 減速停止指令手段
- 10 数値制御装置(CNC)
- 16 PMC
- 43 軸制御回路
- 53 サーボアンプ
- 63 Z軸サーボモータ
- 71 スピンドル制御回路
- 72 スピンドルアンプ
- 73 スピンドルモータ
- 82 ポジションコーダ
- 631 パルスコーダ

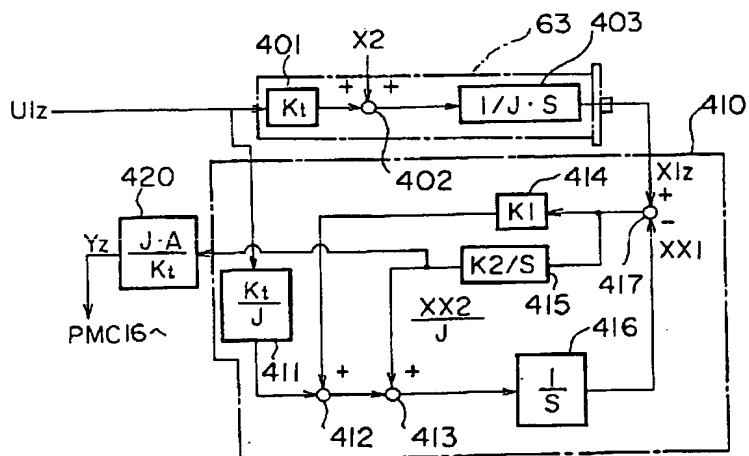
【図4】



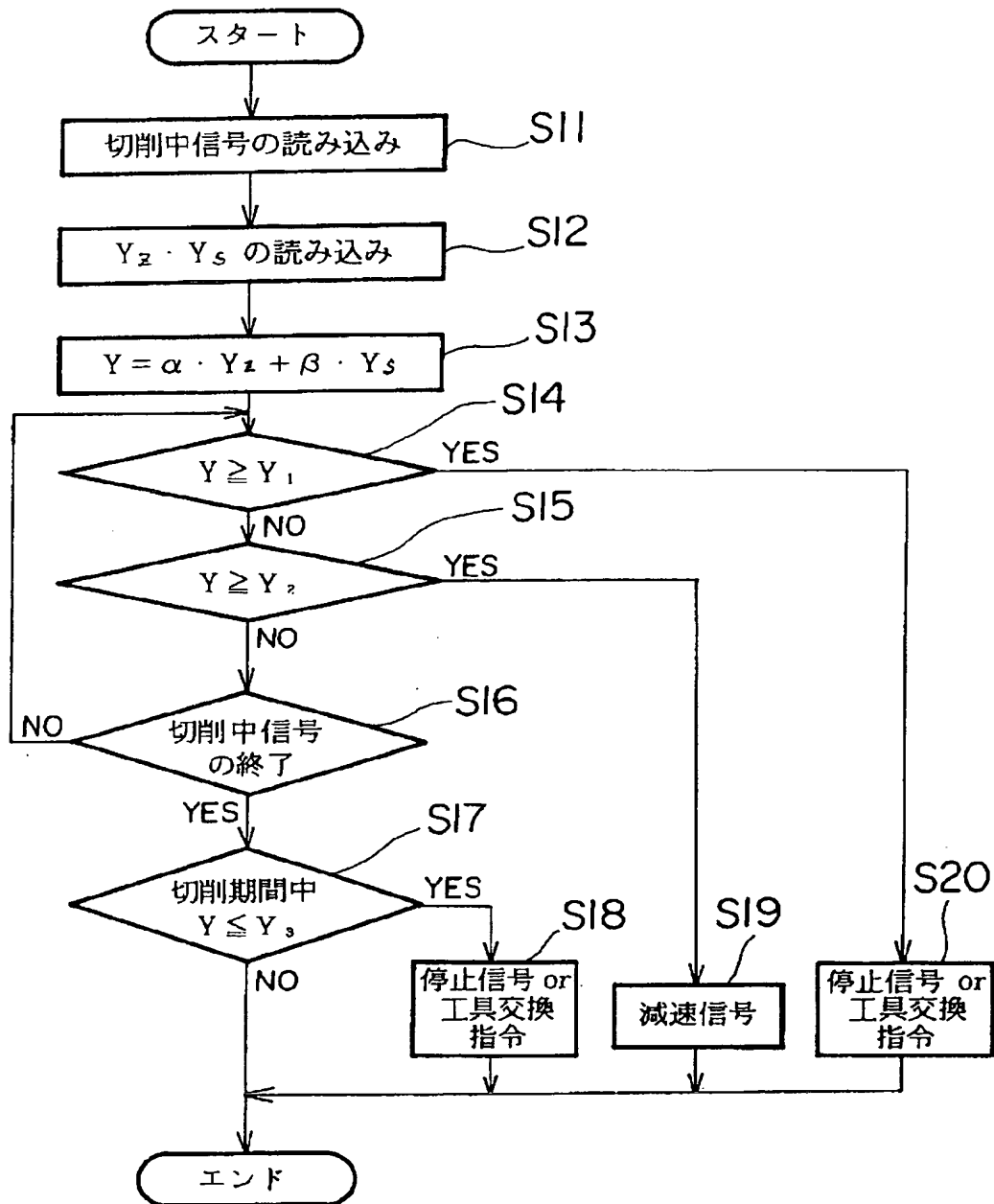
【図2】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

G 0 5 B 19/19

識別記号

庁内整理番号

X 9064-3H

F I

技術表示箇所